

محاضرة 3: أساسيات الـ Digital Image

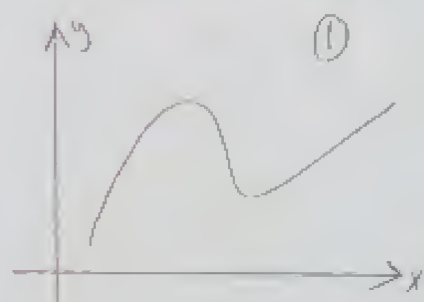
المحتوى: ① Image Representation, Sampling & Quantization

② Resolution

③ Interpolation

④ Adjacency & Distance

Image Representation, Sampling & Quantization



* الصورة قبل ما تبقى لها Dig. بتكون Analog أو

continuous بنفس المنطق في شكل [1]

* عملية الـ Sampling بتفر على الـ Spatial part

بمعنى: بعني على محور x مثلا، بدل ما الدالة كانت ليها

قيم عند $x=1.4$ مثلا، هعبرها Discrete

وآخذ عند قيم محددة بس، زي شكل [2]

- الشكل وافر فيه قيمة للدالة عند قيم $2, 3, \dots$

* عملية الـ quantization بتفر على الـ amplitude

بمعنى راني عندي مثلا $y = x^2 + x$ و $y=1$ و عندي

دالة في x يعني y هي الـ amplitude

- بعد ما حددت قيم للدالة عند $x=1, x=2, x=3, \dots$

هتبقى فيه قيم صافرة في الـ y زي شكل [2]

- هأخذ القيم من x مع المناظر ليها من y وبتبقى

الدالة عندي هي مجموعة الـ Snapshots التي فترتها من الـ Continuous function زي شكل [3]

- حكمه بركده أقرب قيم الـ y وأقرب صافية (rounding)

وودي بترجع للـ A/D converter

Spatial Coordinates

* راجع صفحة [14] في ملف السنة اللي فاتت

في حالة الـ Digital image بهل Sampling لـ x, y لأنهم زامدانيات، و الـ

amplitude اللي هو $f(x, y)$ هو اللي بتعمله quantization. الشكل هيتكون 3D

[1]

منش 2D زي فوقه

* عدد Samples هيختلف حسب ال Sensors التي يستعملها
 راجع الصفحة رقم 14 وبعدها 15 بتقييم البرنامج (مثل الصفحات)
 فيها شرح كويس للجزئية دي

Image Representation *

عندي 3 طرق لتمثيل الصورة ، شوف حلايد 3a.3

(1) surface : بيكون تمثيل 3D ، ال x, y دي امدانيات كل pixel

والتورال z بيكون قيمة كل بكسل $f(x, y)$

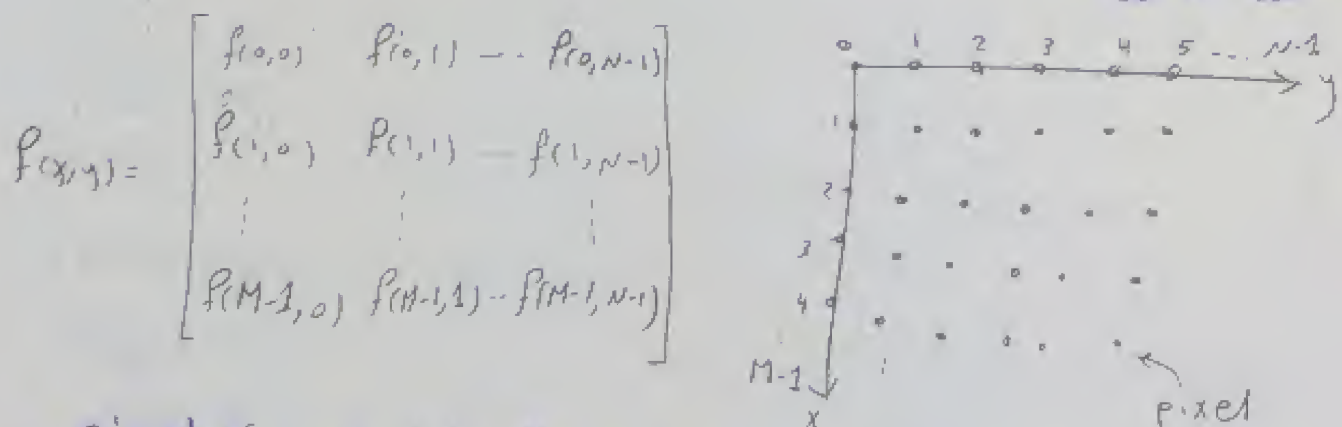
(2) Image : ده 2D ، وده كل الصور التي شوفها بتبقى متصلة كده

(3) Array : ده تمثيل رقمي للبرمجة ، ال x, y بيمثلو index لا

Array بتاعت الصورة وال $f(x, y)$ بتخزن قيمة كل index في ال Array

(زي اساتلاب)

بأبعاد الصورة بيكون $M \times N$ حيث M هي عدد الصفوف ، و N هي
 عدد الأعمدة



* ال K بيكون عدد ال bits التي بغيرم فيها ال intensity بتاعت كل pixel

* ال L هي عدد ال Levels الكاملة ال intensity وبيكون $L = 2^K$

* في حالة الصورة ال grayscale عايبا بيكون $K=8$ يعني عندي

256 Level ($L = 256$) لقيم ال intensity

يعني \Leftarrow قيم ال intensity هبتن 0 - 255 [فضش جديد ما قولنا انك لازم
 ده قبل كده]

* يعرف ال Contrast و ال Dynamic Range

$$\text{Dynamic Range} = \frac{\text{Maximum intensity Level}}{\text{Minimum intensity Level}}$$

$$\text{Contrast} = \text{Max intensity Level} - \text{Min intensity Level}$$

يعني لو عندي صورة أعلى قيمة لبيكسل فيها كانت 200 وأقل قيمة لبيكسل فيها لبيكسل هي 20 هيبتى عندي

$$\text{Dynamic Range} = \frac{200}{20} = 10$$

$$\text{Contrast} = 200 - 20 = 180$$

* حجم الصورة عند التخزين $k = M \times N \times k$

$M \times N$ ده عدد ال Pixels في الصورة، و k عدد ال bits اللي بيثيل فيها قيمة كل pixel

* راجع سلايد [3a.5] وسلايد [3a.6]

Spatial Resolution #
Intensity Resolution * عندي نوعين مقدار

① Spatial Resolution: عدد ال pixels لو وحدة المساحة، عنده عدد ال $M \times N$

- ممكن عندي أكثر من صورة ليهم نفس ال أبعاد $M \times N$ بس واحدة ليها

Spatial Resolution أعلى، هتكون أوضح

- راجع سلايد [3a.8]، الوحدة DPI هي Dot per inch

، أقل صورة في ال Spatial Resolution هي d رغم إنك الصور ليها نفس ال أبعاد $M \times N$

- بيبان فرق ال Spatial Res. مع ال Zooming

(2) Intensity Resolution (Gray-levels) : ده هو ال K اللي
 اتكلمنا عنها ، عدد ال bits اللي بحتاجها عشان أفزق قيمته ال pixel
 - راجع سلايد [3a.9] بتوضع أتر تغير ال K

* رايك اللي يفرد في تفاصيل الصورة أكثر؟ ال Samples or levels ، يعني إيه
 الزم؟

* راجع ال Iso preference curves في سلايد [3a.10] بتوضع
 الفرق مع الصور الموجودة

* في صورة ال face ، مفيش تفاصيل كثير ، صورة ال Cameraman
 فيها تفاصيل medium ، وال Crowd فيها تفاصيل كثيرة

* ال observed هي الخطوط في ال iso preference ، الخط معناه إيه ال Quality
 اللي بتشوفها كويسة .

* معنى ال Curves :

- في حالة ال Crowd : فيه تفاصيل كثيرة ، فلو قللت ال K (Intensity Resolution)
 هتدعي ال N مش محتاج أغير فيها كثير .

لجعتي رايك طالع فيه تفاصيل كثير في الصورة حتى لازم K عالية

- في حالة ال Cameraman : فيه تفاصيل أقل ، فحشانه أوافق على ال Quality
 لما أقل ال K لازم أزود ال Samples

يعني راني محتاج عدد كبير من ال levels عشان أظهر التفاصيل طالع ال Samples
 عندي تكون قليلة

- في حالة ال face : نفس الكلام ، بحتاج K كبيرة لعدد Samples قليل

عشان أوافق على ال Subjective Quality ، واضح رايك نفس العدد

مد ال Samples بحتاج K تكون أكبر من اللي في ال Cameraman

(لو قدرت عدد ال samples عند $N=128$ هتدعي ال K أكبر في ال face

عدد ال Cameraman)

Interpolation

x لا يكون عند قيم مجهولة وعازر أجيبها بمعلومية القيم القريبة منها بعمل Interpolation ، شوف الصورة في سلايد [35.11] .

* لا بعمل Zoom الصورة يبقى فيه pixels حتى عارفها وعازر أجيب قيمها بمعلومية ال pixels المجاورة . عندي 3 طرق

① Nearest Neighbor : قيمة ال pixel المجاور = قيمة أقرب pixel مجاور لك .

② Bilinear interpolation : يبقى عندي معادلة فيها 4 parameters عشان

أجيب قيمة البكسل المجهول بمعلومية 4 قيم ال 4 Pixels

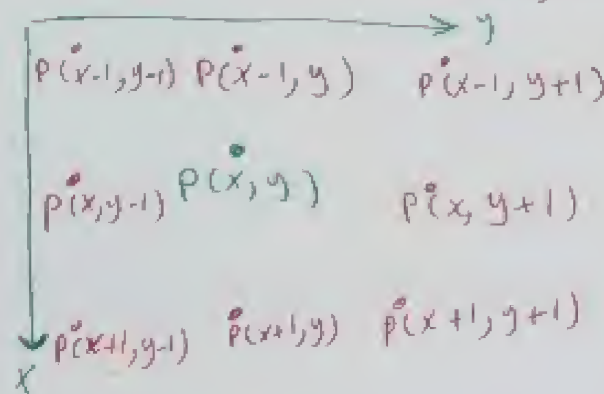
$$V(x, y) = ax + by + cxy + d$$

بجيب ال a, b, c, d عشان أعرف قيمة البكسل الجديدة $V(x, y)$

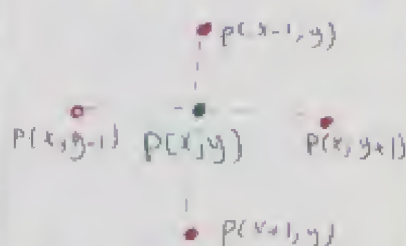
③ Bicubic interpolation : نفس منطق ال bilinear بس عندي 16 بارامتر
عن 16 بكسل

Adjacency & Distance

لو فرضت بكسل $p(x, y)$ في النص ، البكسلات مواليه هتبقى زي الشكل
الموضح (ركز في الـ 4 نقاط)

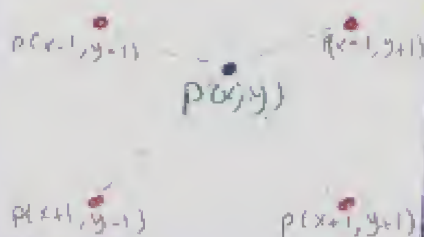


N_4 adjacency



$N_4(P) : p(x-1, y)$
 $p(x+1, y)$
 $p(x, y-1)$
 $p(x, y+1)$

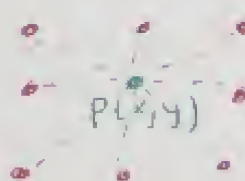
N_D (Diagonal)



$N_D(P) : p(x-1, y+1)$
 $p(x+1, y+1)$
 $p(x-1, y-1)$
 $p(x+1, y-1)$

N_8 adjacency

$N_4 \cup N_D$



$N_8(P) : N_D(P) \cup N_4(P)$

N_4 : باحد الـ pixels المجاورة في شكل علامة (+)

N_D : باحد الـ pixels المجاورة في شكل علامة (X)

N_8 : باحد الـ pixels المجاورة في شكل مربع (□)

- راجع صفحة 17 و 18 (ترقيم البرنامج مع الصفحات المقصورة)

- ترقيم صفحات الملف هيكتونوا [16 و 17]

* بعد كده لما نقول راجع صفحة يبقى قمسي بترقيم البرنامج مع ترقيم الصفحات المكتوب.

* راجع حلايد [3b. 1] Neighbors

* نستخدم بقى على الـ adjacency [التي فاتنا بفرف الـ Neighbors]

* هعرف Vector احده V وده احده الـ adjacency set

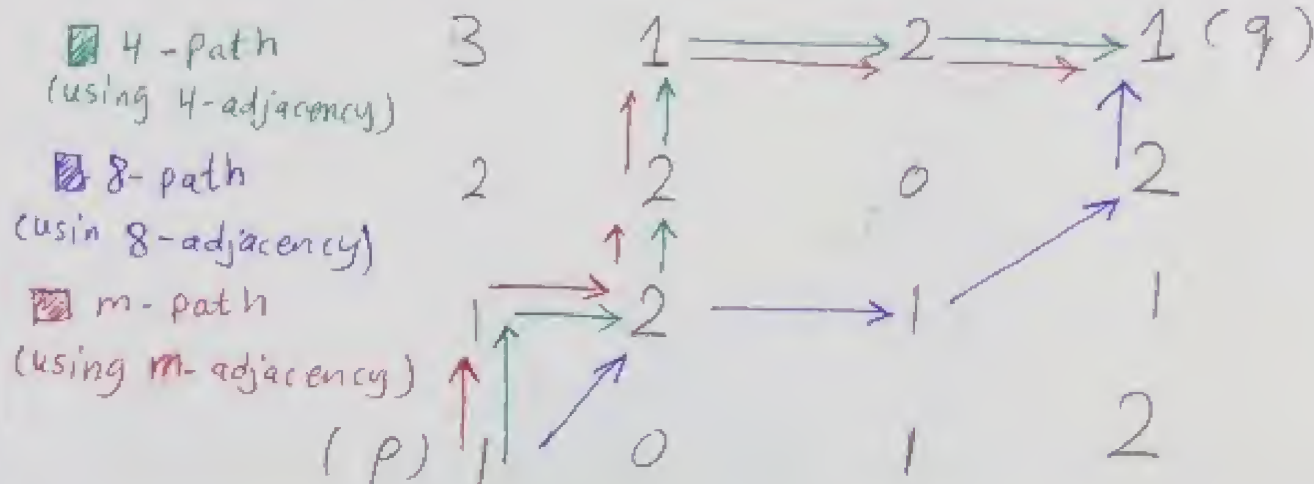
* عشان نقول انك عندي بتكسل m يكون adjacent لبتكسل q

لازم: اولك قيمة البكسل p تكون في الـ adjacency set V

ثانياً يكون 4-adjacent, 8-adjacent, m-adjacent (واحدة منهم)

$$V = (1, 2)$$

مد مسأله 2.15 من البرهان فقرة (b)



مطلوب أقصر مساري الشرائط حالات 4-path; 8-path; m-path
بين p, q

Distance * راجع خلايليز [3b.6, 3b.7, 3b.8]

Euclidean

تكلفة الـ N_4 بـ 1
والـ N_D من نظرية فيثاغورث
في المثلث قائم الزاوية

$$\begin{array}{ccccccc}
 2\sqrt{2} & \sqrt{5} & 2 & \sqrt{5} & 2\sqrt{2} & & \\
 \sqrt{5} & \sqrt{2} & 1 & \sqrt{2} & \sqrt{5} & & \\
 2 & 1 & 0 & 1 & 2 & & \\
 \sqrt{5} & \sqrt{2} & 1 & \sqrt{2} & \sqrt{5} & & \\
 2\sqrt{2} & \sqrt{5} & 2 & \sqrt{5} & 2\sqrt{2} & &
 \end{array}$$

يمشي N_4 أو N_D

تكلفة الـ N_4 بـ 1 والـ N_D
بـ (مربع طول الجوار)

$$\sqrt{1^2 + 1^2} = \sqrt{2}, \quad \sqrt{2^2 + 1^2} = \sqrt{5}$$

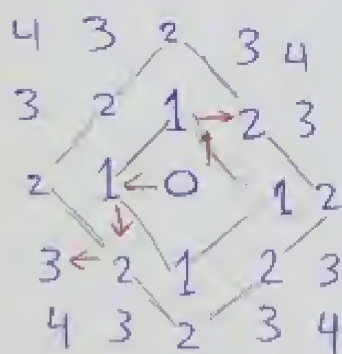
$$\sqrt{2^2 + 2^2} = 2\sqrt{2}$$

$$D_e(p, q) = \sqrt{(x-s)^2 + (y-t)^2}$$

حيث s, t هي بعد النقطة عن المركز
على كل محور

City block (Manhattan)

تكلفة الـ N_4 بـ 1
والـ N_D بـ 2



لجتي Step واحدة على N_4

وكل Step بـ 1

* المسافات بتوزع على
شكل معين

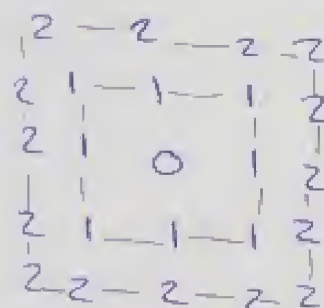
$$D_4(p, q) = |x-s| + |y-t|$$

حيث s, t بعد النقطة عن
المركز على كل محور

8

Chess board

تكلفة الـ N_4 بـ 1
والـ N_D بـ 1



يمشي N_4 أو N_D

بـ 1 تكلفة

* المسافات بتوزع
على شكل مربع

$$D_8(p, q) = \max(|x-s|, |y-t|)$$

حيث s, t هما بعد النقطة
عن المركز على كل محور